

Экономическую эффективность долот можно оценить из учета стоимости метра проходки и рассчитать по следующей формуле 4:

$$C_D = C_B \cdot (H - h_3) / V_{\text{мех}} + (H - h_3) \cdot C_D + (T_3 \dots T_n) \cdot C_B \cdot \$, (4)$$

где  $H$  – глубина скважины по стволу, м;

$V_{\text{мех}}$  – механическая скорость бурения;

$C_D$  – стоимость метра проходки из учета цены на долото, \$;

$T_n$  – время затраченное на СПО на  $n$ -ном долблении (в ЗАО «ССК» определяется из учета СПО(25 свечей)=2ч, сборка КНБК=1ч);

$C_B$  – средняя стоимость часа буровых работ (в ЗАО «ССК»  $C_B=200\$$ ).

По формуле рассчитываются затраты и полученные данные заносятся в табл. 6.

Таблица 6

## Результаты расчетов

Долото	Интервал		Ср. проходка, м	Мех. скорость, м/ч	Стоимость 1м, \$	Время СПО +ПЗР+бурение, час	Количество СПО для смены долота	Сд, \$
215,9 МЗГВ	600	1500	489,5	38,5	4,94	115	7	36263
	1500	2300	212	18,9	11,37			
215,9 PDC S91BHPX	1700	3100	4500	11,4	11,4	96	1	30696
БИТ 215,9 М4	500	1600	4394	46	1,9	62	1	16877
	1800	2900	1912	18,2	4,42			
215,9 S84F (Security DBS)	2100	3200	1042	9,1	5,7	117	1	29404

Анализ полученных данных показывает, что наибольшую экономическую эффективность имеют долота производства фирмы «БУРИНТЕХ» – БИТ215,9 М4, которые обеспечивая высокую механическую скорость, обладая высокой износостойкостью и относительно небольшой ценой, позволят уменьшить время строительства скважины.

С внедрением технологий и проведение мероприятий, позволяющих снижать себестоимость продукции компании снижают время на строительство скважин, снижение затрат ведет к увеличению прибыли. Одним из подходов для решения данной задачи считается необходимость развития технологий, связанных с бурением скважин. Это обосновано тем, что бурение – самая дорогостоящая отрасль нефтяной промышленности, поэтому именно здесь внедрение новых более совершенных и модернизированных технологий позволит повысить качество работ, снизить трудоемкость и сократить затраты. Важным направлением в этой сфере является минимизация времени бурения за счет использования долот повышенной производительности.

## Литература

1. Середя Н.Г., Соловьев Е.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 360 с.
3. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ: Учебник для вузов - М.: Недра, 1998. - 440с.

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ БУРЕНИЯ НЕФТЕННЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ВЕРХНЕГО ПРИВОДА

Т.А. Худаяров

Научный руководитель доцент А.А. Вазим

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бурение нефтяных и газовых скважин должно постоянно совершенствоваться, особенно с увеличением объемов работ по глубокому и сверхглубокому бурению, а также растущими потребностями бурения наклонно направленных и горизонтальных скважин. Российские бурильщики известны приверженностью к простым и дешевым буровым установкам. Однако для бурения сложных скважин требуется высокотехнологичное оборудование. Системы верхних приводов буровых установок широко применяются на Западе. Их применение требует дополнительных затрат, но они окупаются. Российские буровые компании готовы ставить на вооружение СВП импортного и отечественного производства, они уже выпускаются и применяются. В настоящее время в России работают около 100 импортных СВП грузоподъемностью от 250 до 700 т и примерно столько же, СВП отечественного производства, из которых порядка 70 изделий грузоподъемностью 120 т. В 2006 году компания

ЗАО «ПромТехИнвест» разработала конструкцию СВП грузоподъемностью 250 т, 30 таких установок уже работают на нефтяных месторождениях Российской Федерации. В России данная технология внедряется медленно, потому что она относительно дорогостоящая – стоимость СВП в зависимости от грузоподъемности может колебаться в пределах \$1-5 млн. российские верхние приводы стоят примерно на 30% дешевле. Сдерживает широкое применение СВП, в основном, нежелание вкладывать деньги в новые технологии и недопонимание преимуществ таких систем.

За последние 20 лет доля крупных месторождений, среди вновь открываемых, снизилась с 15 до 10 %. При этом ухудшаются коллекторские свойства продуктивных отложений и качественный состав насыщающих их флюидов. Высокая выработанность запасов углеводородов обуславливает обводненность продукции и снижение дебитов скважин. Более полное извлечение углеводородов из пластов является важной народнохозяйственной задачей.

Вскрытие продуктивной толщи направленными, в том числе горизонтальными и разветвленно-горизонтальными скважинами, позволяет достичь следующего:

- повысить продуктивность скважины за счет увеличения площади фильтрации;
- продлить период безводной эксплуатации скважин;
- увеличить степень извлечения углеводородов на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки;
- повысить эффективность закачки агентов в пласты;
- вовлечь в разработку пласты с низкими коллекторскими свойствами и с высоковязкой нефтью;
- освоить труднодоступные нефтегазовые месторождения, в том числе морские;
- улучшить технологию подземных хранилищ газа.

Бурить направленные и горизонтальные скважины сложнее, чем вертикальные. Почти все обычные операции при бурении усложняются, когда скважины бурят с большими углами искривления ствола. При подъеме и спуске буровой колонны требуется большая мощность, необходимо большее усилие на роторе для преодоления силы трения; буровой раствор и гидравлическая система требуют более внимательного отношения; прихваты труб и поломки оборудования становятся более типичными, обсадные колонны труднее спускать и цементировать. Частично эти проблемы решены с помощью турбинно-роторного способа бурения.

В 1938—41 годах в СССР разработаны основы теории непрерывного наклонного регулируемого турбинного бурения при неподвижной колонне буровых труб. Этот метод стал основным при бурении наклонных скважин в СССР и за рубежом. Этот метод появился, как результат поисков новых, более рациональных и экономичных, методов добычи нефти в сложных природных условиях.

Многие специалисты-буровики считают, что турбинное бурение имеет существенные недостатки, устранение которых возможно за счет использования на буровой установке систем верхнего привода.

Тем более что в соответствии с пунктом 2.5.8. «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» 2003г. буровые установки должны оснащаться верхним приводом при:

- - бурении скважин с глубины более 4500 м;
- - вскрытии пластов с ожидаемым содержанием в пластовом флюиде сероводорода свыше 6 (объемных) процентов;
- - наборе угла с радиусом кривизны менее 30 м в наклонно-направленных скважинах;
- - бурении горизонтального участка ствола скважины длиной более 300 м в скважинах глубиной по вертикали более 3000 м.

Анализируя процесс развития бурения скважин, становится очевидным, что к настоящему времени некоторые буровые инструменты не претерпели значительных изменений со времени их изобретения 80-100 лет назад. Несмотря на то, что технологии освоения углеводородных месторождений в других областях нефтегазовой промышленности продвинулись далеко вперед, основные буровые машины мало изменились. Практическая же деятельность всех отраслей экономики, применяющих бурение, таких как горное дело, строительство и даже сооружение водозаборных скважин, показывает, что турбинное бурение имеет существенные недостатки и для повышения экономической эффективности ведения буровых работ необходимо использовать новые технологии и инструмент.

Системы верхнего привода являются принципиально новым типом механизмов буровых установок, обеспечивающих выполнения целого ряда технологических операций. В принципе верхний привод представляет собой подвижный вращатель, оснащенный комплексом средств механизации СПО.

По назначению верхний привод можно подразделить на две категории: верхний привод установок для бурения на суше и на море и верхний привод (силовой вертлюг) для ремонтных агрегатов.

По мере развития нефтегазовой промышленности становится очевидным, что верхний привод — неотъемлемая часть буровых установок.

Достижение высоких технико-экономических показателей строительства скважин невозможно без внедрения новых прогрессивных технологий и бурового оборудования. Необходимость добычи нефти и газа при наименьших затратах обусловила распространение горизонтального бурения. Горизонтальное бурение потребовало новой технологии проводки скважин с учетом резкого увеличения риска возникновения аварийных ситуаций. Для сведения аварий к минимуму и появились системы верхнего привода.

Существующая обычная практика – бурить большие интервалы криволинейных или прямых скважин забойными двигателями. Однако из экономических и других соображений может оказаться целесообразно бурить, как можно дольше направленную скважину посредством вращения колонны.

Система верхнего привода обеспечивает выполнение следующих технологических операций:

- вращение бурильной колонны при бурении, проработке и расширении ствола скважины;
- свинчивание, докрепление бурильных труб;
- проведение спускоподъемных операций с бурильными трубами, в том числе наращивание бурильной колонны свечами и однотрубками;
  - проведение операций по спуску обсадных колонн;
  - проворачивание бурильной колонны при бурении забойным двигателем;
  - промывку скважин и проворачивание бурильной колонны при СПО;
- расхаживание бурильных колонн и промывку скважины при ликвидации аварий и осложнений.

Все это позволяет экономить время при наращивании, что снижает затраты на бурение. Также снижает вероятность аварийных ситуаций, что не менее важно. Применение верхнего привода позволяет контролировать направление бурения, что особенно важно при строительстве горизонтальных скважин.

За счет использования верхнего привода буровой подрядчик может получить значительные эксплуатационные преимущества. Основными из них являются:

- повышение эффективности бурения за счет того, что:
  - отсутствуют временные затраты на извлечение и установку вертлюга и квадрата в шурф при переходе от бурения к спуско-подъемным операциям и наоборот;
  - наращивание бурильной колонны при наклонно-направленном бурении происходит таким образом, что компоновка находится непосредственно в забое, что сокращает затраты времени на переориентацию бурового инструмента после каждого наращивания;
  - остается больше времени на проходку скважины за счет сокращения времени при наращивании бурильной колонны и при проведении спуско-подъемных операций.
  - важнейшим аспектом бурения с верхним приводом является возможность обеспечения непрерывного вращения бурильной колонны и циркуляции раствора при проработке ствола скважины методом «сверху вниз» и «снизу вверх»;
  - непрерывное вращение бурильной колонны позволяет значительно понизить силы трения при ее подъеме и спуске в наклонные или горизонтальные скважины;
  - снижается опасность того, что бурильная колонна или дорогостоящее скважинное оборудование и инструменты будут прихвачены в стволе.

Наращивание бурильных труб возможно в любой точке буровой установки, что дает возможность:

- постоянного и эффективного контроля за скважиной, поскольку верхний привод (в сочетании с отсекающим шаровым краном) может быть подсоединен к бурильной колонне в любой точке вышки;
- обеспечить немедленное вращение и циркуляцию при обнаружении проблем в скважине.

На рис. 1а и 1б, показано типичное распределение времени при работе буровых установок с верхним приводом и без него.



Как видно из рис.1а, во время обычных буровых операций собственно проходка занимает около 30% времени. Остальное время занимают спускоподъемные операции или «непроизводительные затраты времени», включающие в себя перевозку буровых установок, исследования скважин, каротажи, цементирование, ожидание цемента, сборку противовибросовых устройств и пр.

Рис.1б, демонстрирует, что время, необходимое на спускоподъемные операции и непроизводительные временные затраты при применении верхних приводов, можно значительно снизить. Во многих случаях время бурения может быть уменьшено. При этом можно подсчитать и соответствующий рост скорости бурения (метров в сутки) и сокращение затрат.

В таблице 1 приведены параметры, характеризующие достижение уровня безубыточности, оправдывающие применение верхних приводов и демонстрирующие возможность экономии средств, для скважин различной глубины и геологического разреза. Информация предоставлена компанией ОАО «Сургутнефтегаз»

Таблица 1

Параметры, характеризующие достижение уровня безубыточности

Показатель	Буровой ротор/ ведущая бурильная труба	Верхний привод купленный	Верхний привод в аренде
Затраты в сутки, \$	40800	43000	10000
Глубина скважины, м	2000	2000	2000
Механическая скорость проходки, м/час	30	30	30
Проходка в сутки, м	240	288	288
Бурение до глубины 2 тыс. м, дней	8,3	6,9	6,9
Затраты на скважину, \$	338640	296700	69000
<b>Экономия при применении верхнего привода — одиночная скважина, \$</b>		<b>41940</b>	<b>338571</b>
<b>Экономия при применении верхнего привода — куст из 8 скважин, \$</b>		<b>335120</b>	<b>2708568</b>

К преимуществам СВП в первую очередь стоит отнести повышение точности проводки скважин при направленном бурении, экономии времени в процессе бурения, облегчение спуска обсадных труб, уменьшение вероятности прихватов бурового инструмента, проработку ствола при спуске и подъеме инструмента, улучшение качества керна, бурение глубоких и горизонтальных скважин, повышение безопасности буровой бригады и многое другое. СВП можно сравнить с автоматической коробкой передач на автомобиле, т.к. такие системы значительно повышают эффективность бурения, в особенности в случаях осложнений, и облегчают работу буровой бригады. При этом ошибки, которые можно допустить при бурении верхним приводом, сведены к минимуму за счет средств автоматического контроля. Системы верхнего привода — это безаварийное строительство скважин, это безопасность работы персонала, это уменьшение вспомогательных операций, это сокращение сроков строительства скважины. Экономический эффект от применения СВП таков, что ведущие мировые нефтяные компании практически полностью отказались от традиционного бурения «квадратом».

#### Литература

1. Гусман А.М. Буровые комплексы; Современные технологии и оборудование — Екатеринбург: АГГТА, 2002. — 592 с.: ил. — Библиогр.: с. 575.
2. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. -М.: Госгортехнадзор, 2003. -161 с.
3. А.В. Савинцев, Г.В. Горячко. Верхний привод — завершение испытаний // Бурение и нефть, — 2003. — С. 25.